



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10163307 A**(43) Date of publication of application: **19.06.98**

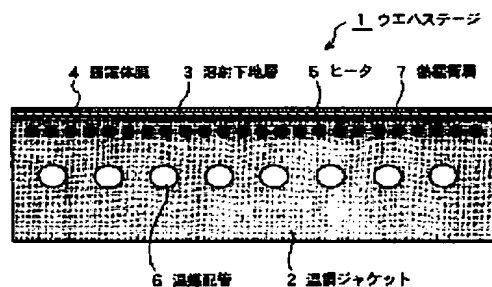
(51) Int. Cl.

**H01L 21/68****H01L 21/3065****H02N 13/00**(21) Application number: **08323679**(22) Date of filing: **04.12.96**(71) Applicant: **SONY CORP**(72) Inventor:  
**KADOMURA SHINGO**  
**SHIROSAKI TOMOHIDE**  
**HIRANO SHINSUKE**  
**TAKATSU MEGUMI****(54) WAFER STAGE AND MANUFACTURE  
THEREOF AND DRY-ETCHING APPARATUS**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a wafer stage for enabling high temperature heating of a wafer by providing an electrostatic chuck and by eliminating the trouble upon high temperature heating.

**SOLUTION:** In case where a wafer stage 1 is constructed so that it gives an electrostatic chuck function to a temperature control jacket 2, the temperature control jacket 2 is made of aluminum or aluminum alloy within which a heater 5 and a thermal medium pipe 6 connected to temperature control means are buried and a thermal buffer layer 7 is integrally provided on the upper surface thereof. The thermal buffer layer 7 is formed by making aluminum or aluminum alloy flow into the holes of a porous  $Al_2O_3$  plat-shaped member and by compounding them. A dielectric film 4 consisting of an insulating material is formed on the thermal buffer layer 7 of the temperature control jacket 2 through a fusion-jet process. The temperature conditioning jacket 2 and the dielectric film 4 perform the function as the electrostatic chuck because the temperature control jacket 2 is used as an electrode.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-163307

(43)公開日 平成10年(1998) 6月19日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/68  
21/3065  
H 0 2 N 13/00

H 0 1 L 21/68 R  
H 0 2 N 13/00 D  
H 0 1 L 21/302 B

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-323679

(22)出願日 平成8年(1996)12月4日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 門村 新吾

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 城崎 友秀

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 平野 信介

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 弁理士 船橋 國則

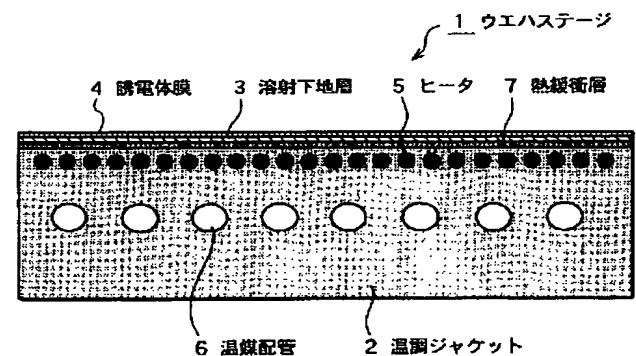
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ウエハステージとその製造方法およびドライエッチング装置

(57)【要約】

【課題】 静電チャックを搭載し、かつ、高温加熱時における不都合を解消してウエハの高温加熱を可能にしたウエハステージの提供が望まれている。

【解決手段】 温調ジャケット2に静電チャック機能を付与してなるウエハステージ1である。温調ジャケット2は、その内部にヒータ5と温調手段25に接続される温媒配管6とを埋め込み、かつその上面部に、熱緩衝層7を備えて一体化されたアルミニウムあるいはアルミニウム合金製のものである。熱緩衝層7は、板状の多孔質 $Al_2O_3$ の孔内にアルミニウムまたはアルミニウム合金を流し込んでこれらが複合化されて形成されたものである。温調ジャケット2の熱緩衝層7の上には、溶射法によって絶縁材料からなる誘電体膜4が形成されている。温調ジャケット2が電極として用いられることにより、温調ジャケット2と誘電体膜4とが静電チャックとしての機能を発揮するものとなる。



ウエハステージの概略構成図

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 温調ジャケットに静電チャック機能を付与してなるウエハステージであって、前記温調ジャケットは、その内部にヒータと温調手段に接続される温媒配管とを埋め込み、かつその上面部に、熱緩衝層を備えて一体化されたアルミニウムあるいはアルミニウム合金製のものであり、前記熱緩衝層は、板状の多孔質 $Al_2O_3$ の孔内にアルミニウムまたはアルミニウム合金を流し込んでこれらが複合化されて形成されたものであり、該温調ジャケットの前記熱緩衝層の上には、溶射法によって絶縁材料からなる誘電体膜が形成され、前記温調ジャケットが電極として用いられることにより、該温調ジャケットと前記誘電体膜とが静電チャックとしての機能を発揮するものとなることを特徴とするウエハステージ。

【請求項2】 前記熱緩衝層と誘電体膜との間に、該熱緩衝層の線膨張係数と誘電体膜の線膨張係数との間の線膨張係数を有する材料からなる溶射下地層が、溶射法によって形成されてなることを特徴とする請求項1記載のウエハステージ。

【請求項3】 鋳型内の底部に板状の多孔質 $Al_2O_3$ を設け、かつこれの上にヒータ、温媒配管を設け、この状態で鋳型内に溶融アルミニウムあるいは溶融アルミニウム合金を流し込み、高圧鋳造法によって温調ジャケットを形成し、その後、該温調ジャケットにおける前記多孔質 $Al_2O_3$ の側の面に、溶射法によって絶縁材料を成膜して誘電体膜を形成することを特徴とするウエハステージの製造方法。

【請求項4】 前記温調ジャケットを形成した後、誘電体材料を成膜するに先立ち、前記多孔質 $Al_2O_3$ に溶融アルミニウムあるいは溶融アルミニウム合金が流し込まれて形成された熱緩衝層の線膨張係数と、前記絶縁材料の線膨張係数との間の線膨張係数を有する材料を、前記熱緩衝層上に溶射法によって成膜し、溶射下地層を形成することを特徴とする請求項3記載のウエハステージの製造方法。

【請求項5】 温調ジャケットに静電チャック機能を付与してなるウエハステージであり、前記温調ジャケットは、その内部にヒータと温調手段に接続される温媒配管とを埋め込み、かつその上面部に、熱緩衝層を備えて一体化されたアルミニウムあるいはアルミニウム合金製のものであり、前記熱緩衝層は、板状の多孔質 $Al_2O_3$ の孔内にアルミニウムまたはアルミニウム合金を流し込んでこれらが複合化されて形成されたものであり、該温調ジャケットの前記熱緩衝層の上には、溶射法によって絶縁材料からなる誘電体膜が形成され、前記温調ジャケットが電極として用いられることにより、該温調ジャケットと前記誘電体膜とが静電チャックとしての機能を発

揮するものとなるウエハステージを、具備してなることを特徴とするドライエッチング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主に半導体装置の製造に用いられるウエハステージに係り、詳しくはウエハを高温に加熱してプラズマ処理を行うプロセスに好適に用いられるウエハステージと、これの製造方法、およびこのウエハステージを備えたドライエッチング装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造においては、プラズマエッチングやプラズマCVDなど、ウエハにプラズマ処理を施すプロセスが多くある。このようなプラズマプロセスにおいては、特にプラズマエッチングなどにおいて、その加工精度を上げるため常温から低温でのエッチングなどが採用されつつあり、そのためウエハの温度制御が重要であることが認識されつつある。

【0003】ところで、近年では、LSIにおける多層配線技術の進歩に伴い、配線材料として例えば低抵抗化のためCuを用いたいといったような新材料への要求や、ギャップフィル技術に高密度プラズマCVDを採用したいなどといった要求がなされるようになってきており、前述したような常温から低温でのプラズマ処理を行うプロセスだけでなく、高温でのプラズマ処理を行うプロセスについてもその重要度が増してきている。

【0004】ところが、このようなプラズマ処理では、エッチングプロセスにおけるイオン衝撃や、ギャップフィルCVDプロセスにおける高密度プラズマの照射などにより、プラズマからウエハへ大きな入熱があり、例えばウエハの温度がプラズマ発生前に比べて40℃程度から100℃程度以上も上昇してしまうことがある。したがって、ウエハを保持するウエハステージによってウエハを加熱し、高温下でプラズマ処理するプロセスにおいても、プラズマからウエハへの入熱の影響を抑え、ウエハを設定温度に制御することが重要になっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来では高温下においてこのようなウエハ温度制御が十分行われておらず、プロセス処理中に前述した程度の温度上昇が起こるのが当然とされ、このような温度上昇を見込んで予めウエハステージの温度を低めに設定し、プロセス条件を組んでいるのが実状である。しかして、このように温度上昇を見込んでプロセスを進めるのでは、プロセス時間が延びてスループットが低下したり、温度変化が大きいことによってプロセスの再現性や制御性が低下するなどといった、多くの改善すべき課題が残されている。

【0006】このような課題を解決する手段の一つとして、高温加熱されたウエハステージの上に静電チャック

を搭載することが考えられる。しかしながら、ウエハステージの上に静電チャックを搭載するには、加熱されたウエハステージと静電チャックにおける誘電体との接合をどうするかという大きな問題があり、この問題が静電チャック搭載ウエハステージの実用化を阻んできた。すなわち、加熱仕様のウエハステージでは、静電チャックを介してウエハをステージ上に吸着固定した際、該ウエハに効率良く熱を伝え得ることが必要条件となる。したがって、ウエハステージと静電チャックとは、熱伝導の良い状態で接合されていることが必要となるのである。

【0007】ところで、エッチングやCVD等のプロセス装置におけるウエハステージの材料としては、その熱伝導率や加工のし易さなどから、アルミニウム(A1)が用いられることが多い。しかし、A1はその線膨張係数が約  $23 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  と大きく、一般に静電チャックの誘電体として用いられるセラミックスでは、A1との線膨張係数の差に起因して、高温加熱時に破壊されてしまうのである。

【0008】このため、現在では静電チャックをネジ止め等の方法でウエハステージに固定し、これを用いている。しかしながら、このような構造では、プラズマ処理装置内にて減圧下で使用した際、静電チャックとウエハステージとの接合界面が真空断熱されてしまい、ウエハステージから静電チャックを介してウエハに効率良く熱を伝えることができず、結果的にウエハがプラズマから熱を受け、設定以上に温度が上昇してしまうのである。

【0009】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、静電チャックを搭載し、かつ、高温加熱時における不都合を解消してウエハの高温加熱を可能にしたウエハステージと、その製造方法、およびこのウエハステージを備えたドライエッチング装置を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明における請求項1記載のウエハステージでは、温調ジャケットに静電チャック機能を付与してなるウエハステージであり、前記温調ジャケットは、その内部にヒータと温調手段に接続される温媒配管とを埋め込み、かつその上面部に、熱緩衝層を備えて一体化されたアルミニウムあるいはアルミニウム合金製のものであり、前記熱緩衝層は、板状の多孔質  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の孔内にアルミニウムまたはアルミニウム合金を流し込んでこれらが複合化されて形成されたものであり、該温調ジャケットの前記熱緩衝層の上には、溶射法によって誘電体膜が形成され、前記温調ジャケットが電極として用いられることにより、該温調ジャケットと前記誘電体膜とが静電チャックとしての機能を発揮するものとなることを前記課題の解決手段とした。

【0011】このウエハステージによれば、熱緩衝層が、板状の多孔質  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の孔内にアルミニウムまたはアルミニウム合金を流し込んでこれらが複合化されて

形成されたものであるから、その線膨張係数が  $\text{Al}_2\text{O}_3$  とアルミニウムとの中間的な値となり、したがって、線膨張係数が大きい金属と、線膨張係数が小さい絶縁材料との間の線膨張係数を有するものとなる。よって、絶縁材料からなる誘電体膜は、アルミニウムあるいはアルミニウム合金からなる温調ジャケットによる加熱を受けた際、直接熱伝導されることなく熱緩衝層を介して熱伝導されることから、これらの間の線膨張係数の差に起因して誘電体膜に割れや剥離等が発生することが抑えられる。また、誘電体膜が温調ジャケット上に溶射法で成膜されていることから、これら温調ジャケットと誘電体膜とがより一体化し、これによりこれらの間の応力緩和が図れるとともに、温調ジャケットから誘電体膜への熱伝導が速やかになる。

【0012】本発明における請求項3記載のウエハステージの製造方法では、鋳型内の底部に板状の多孔質  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を設け、かつこれの上にヒータ、温媒配管を設け、この状態で鋳型内に溶融アルミニウムあるいは溶融アルミニウム合金を流し込み、高圧鋳造法によって温調ジャケットを形成し、その後、該温調ジャケットにおける前記多孔質  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の側の面に、溶射法によって絶縁材料を成膜して誘電体膜を形成することを前記課題の解決手段とした。

【0013】このウエハステージの製造方法によれば、鋳型の底部に設けた多孔質  $\text{Al}_2\text{O}_3$  に溶融アルミニウムあるいは溶融アルミニウム合金を流し込み、高圧鋳造法によって温調ジャケットを形成するので、得られる温調ジャケットでは、多孔質  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の側が表面側にほぼ露出した状態となる。また、この多孔質  $\text{Al}_2\text{O}_3$  には、その孔内にアルミニウムあるいはアルミニウム合金が充填されることにより、この多孔質  $\text{Al}_2\text{O}_3$  部分が  $\text{Al}_2\text{O}_3$  とアルミニウムあるいはアルミニウム合金との中間的な性質を有する複合材となり、例えば線膨張係数についてもこれらの中間的な値となる。よって、この多孔質アルミナ側の面に溶射法によって絶縁材料を成膜して誘電体膜を形成することにより、絶縁材料からなる誘電体膜はその線膨張係数に近い前記多孔質アルミナ部分を介して温調ジャケットの本体部分となるアルミニウムあるいはアルミニウム合金に間接的に接続することになる。したがって、得られるウエハステージにあっては、その誘電体膜と温調ジャケットとの間の線膨張係数の差に起因して、誘電体膜に割れや剥離等が発生することが抑えられる。

【0014】本発明における請求項5記載のドライエッチング装置では、前記請求項1記載のウエハステージを具備してなることを前記課題の解決手段とした。

【0015】このドライエッチング装置によれば、前記ウエハステージを具備していることから、高温エッチング処理を行っても、ウエハステージに誘電体膜の割れ等の不都合が生ずることなく、しかも該ウエハステージ上

に静電吸着したウエハを加熱して所望温度、例えば200～250℃といった高温に安定させることが可能になる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳しく説明する。図1は、本発明のウエハステージの一実施形態例を示す図であり、図1中符号1はウエハステージである。このウエハステージ1は、静電チャック機能を有したもので、円盤状の温調ジャケット2上に溶射下地層3を介して静電チャック機能における誘電体膜4を形成したものである。

【0017】温調ジャケット2は、高圧鋳造法によって形成されたアルミニウム製のもので、その内部にヒータ5と温媒配管6とを埋め込み、かつその上面部に、複合化アルミニウム材料からなる熱緩衝層7を備えて一体化されたものである。ヒータ5は、温調ジャケット2の面積（底面積）に応じた大型で大容量のシーズヒータからなるもので、図示しない配線を介して電源に接続されたものである。温媒配管6は、後述する温調手段に接続されたAlやCuなどの熱伝導率が高い金属からなるもので、温調手段から供給された温媒を温調ジャケット2内に流し、温調ジャケット2との間で熱交換を行わせるためのものである。

【0018】熱緩衝層7は、後に製造方法について述べるように、ファイバーボードと称される板状の多孔質Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の孔内に、アルミニウムが流し込まれて複合化され形成された、厚さ10mm程度のものである。そして、この例では、多孔質Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>としてその空孔率が50%のものが選択されたことにより、その線膨張係数が $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度と、金属アルミニウムの線膨張係数が前述したように約 $23 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるのに比較して半分程度に調整され、また熱伝導率が150 [W/m・K]と、金属アルミニウムの熱伝導率が240 [W/m・K]であるのと近い値に調整されたものとなっている。

【0019】また、このような構成の温調ジャケット2の上には、その熱緩衝層7の上に、溶射下地層3、誘電体膜4がこの順に形成されている。溶射下地層3は、この例ではNi-5%Alによって形成されたものであり、誘電体膜4は、絶縁材料であるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にTiO<sub>2</sub>が適量添加されて形成されたものである。また、これら溶射下地層3、誘電体膜4は、後述するようにいずれも溶射法によって温調ジャケット2上に形成されたもので、溶射下地層3は0.4mm程度の厚さに、誘電体膜4は0.2mm程度の厚さに形成されたものである。ここで、溶射下地層3としては、該熱緩衝層7の線膨張係数と誘電体膜4の線膨張係数との中間的な線膨張係数を有する材料によって形成されるもので、この例では、前記したように線膨張係数が $17 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度のNi-5%Alが用いられている。また、誘電体膜4となる

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の線膨張係数は、 $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度である。

【0020】このような構成のもとにウエハステージ1は、前記温調ジャケット2に配線（図示略）を介してDC電圧が印加され、したがって該温調ジャケット2が電極して用いられることにより、後述するように該温調ジャケット2と前記誘電体膜4とが静電チャックとして機能するものとなっている。なお、このウエハステージには、誘電体膜4上に載置保持されるウエハを押し上げるためのプッシャーピン（図示略）が埋設され、さらに該プッシャーピンには、これを誘電体4の面上に突出させるいは該面下に埋没させる出沒機構（図示略）が接続されている。

【0021】このような構成のウエハステージ1を作製するには、まず、図2に示すように鋳型30内の底部に板状の多孔質Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>31を置き、その上にヒータ5を置く。続いて、この上にスペーサとしてAl板32を置き、さらにその上に温媒配管6を置く。そして、この状態でAl板32を予備加熱しておき、その後、この鋳型30内に溶融アルミニウム33を流し込む。そして、鋳型30内に $1 \text{ ton}/\text{cm}^2$ 程度の高圧をかける高圧鋳造法により、温調ジャケット2を得る。

【0022】このようにして温調ジャケット2を形成すると、多孔質Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>31にはその孔内に溶融アルミニウム33が充填され、さらにこれが冷却固化せしめられることにより、多孔質Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>31は複合化アルミニウム材料となる。そして、この複合化アルミニウム材料により、熱緩衝層7が形成されるのである。なお、前述したように多孔質Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の空孔率を選択することにより、得られる複合化アルミニウム材料（熱緩衝層7）の物性、例えば線膨張係数や熱伝導度を所望する値に調整することができる。

【0023】次いで、得られた温調ジャケット2の多孔質Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>31側の面、すなわち熱緩衝層7の上面に、図1に示したようにNi-5%Alを溶射し、溶射下地層3を形成する。その後、該溶射下地層3の上にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を溶射し、誘電体膜4を形成し、ウエハステージ1を得る。ここで、誘電体膜4の形成に際しては、該誘電体膜4を静電チャックの誘電体として機能させるべく、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中にTiO<sub>2</sub>を適宜量添加し、その堆積固有抵抗を $10^{14} \Omega/\text{cm}^2$ オーダーに調整した。誘電体膜4がこの固有抵抗値の範囲より高くなると、静電チャックとして用いた場合にその吸着力が強くなりすぎ、ウエハが外しにくくなるといった不都合を招くおそれがあるからであり、また、前記固有抵抗値の範囲より低くなると、ウエハステージ1を高温で用いた際抵抗がさらに低くなることから、ウエハと誘電体膜4との界面で電流が生じるおそれがあるからである。

【0024】このような製造方法によれば、高圧鋳造法で温調ジャケット2を形成することにより、多孔質Al

、 $\text{O}_3$ 、 $31$ の孔内に熔融アルミニウム $33$ を十分に充填することができ、これにより機械的強度はもちろん線膨張係数や熱伝導度などの物性についても、多孔質 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $31$ の空孔率から $\text{Al}_2\text{O}_3$ とアルミニウムとの量比によって推算される値にほぼ近い値の複合化アルミニウム材料が、温調ジャケット $2$ の表層部に一体化された状態で得られる。

【0025】したがって、このようにして得られたウエハステージ $1$ では、温調ジャケット $2$ における熱緩衝層 $7$ が、その線膨張係数が $\text{Al}_2\text{O}_3$ とアルミニウムとの中間的な値となることから、当然 $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる誘電体膜 $4$ と、アルミニウムを主材料とする温調ジャケット $2$ との間の線膨張係数を有するものとなる。しかも、溶射下地層 $3$ が、該熱緩衝層 $7$ と誘電体膜 $4$ との間の線膨張係数を有する材料によって形成されているので、誘電体膜 $4$ は、温調ジャケット $2$ による高温加熱を受けた際、直接熱伝導されることなく、熱緩衝層 $7$ 、溶射下地層 $3$ と段階的に線膨張係数が小さくなる材料を介して熱伝導されることになり、したがって、温調ジャケット $2$ の主材料であるアルミニウムと $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる誘電体膜 $4$ との線膨張係数の差に起因して、該誘電体膜 $4$ に割れや剥離等が発生することが抑えられる。また、誘電体膜 $4$ が温調ジャケット $2$ 上に溶射法で成膜されていることから、これら温調ジャケット $2$ と誘電体膜 $4$ とがより一体化し、これによりこれらの間の応力緩和が図れるとともに、温調ジャケット $2$ から誘電体膜 $4$ への熱伝導が速やかになり、後述するように誘電体膜 $4$ 上に保持固定されるウエハの温度制御を迅速に行うことができる。

【0026】なお、前記例では温調ジャケット $2$ を、アルミニウムを主材料として形成したが、線膨張係数や熱伝導度等を考慮して、アルミニウム合金を主材料として形成してもよい。また、誘電体膜 $4$ の材質を適宜選択し、温調ジャケット $2$ との間で線膨張係数や熱伝導度の差を小さくした場合には、前記溶射下地層 $3$ をなくし、誘電体膜 $4$ を温調ジャケット $2$ の熱緩衝層 $7$ 上に直接溶射してもよい。

【0027】次に、本発明のドライエッチング装置の一実施形態例として、図 $1$ に示したウエハステージ $1$ を備えたドライエッチング装置を図 $3$ を参照して説明する。図 $3$ において符号 $10$ はドライエッチング装置（以下、エッチング装置と略称する）であり、このエッチング装置 $10$ は、RFアンテナを二箇所に設置したヘリコン波プラズマ発生源と、上下方向に移動可能なステージとを備えて構成されたもので、拡散チャンバー $11$ と、この拡散チャンバー $11$ の上部に設けられたRFアンテナ $12$ 、 $12$ と、拡散チャンバー $11$ の天板 $11a$ の上にループ状に設置されたRFアンテナ $13$ と、拡散チャンバー $11$ の下部外側に設けられてエレクトロンの壁での消失を抑えるためのカスプ磁場を形成するマルチポール磁石 $14$ とを有したものである。

【0028】RFアンテナ $12$ 、 $12$ は、拡散チャンバー $11$ の上部に形成された直径 $350\text{mm}$ の円筒状石英管からなるベルジャー $15$ の外側を周回して設けられたものであり、 $M=1$ モードのプラズマが立つアンテナ形状のものである。これらRFアンテナ $12$ 、 $12$ の外側には、内周コイルと外周コイルとからなるソレノイドコイルアセンブリ $16$ が配設されている。このソレノイドコイルアセンブリ $16$ のうち内周コイルは、ヘリコン波の伝搬に寄与し、外周コイルは生成されたプラズマの輸送に寄与するものである。また、RFアンテナ $12$ 、 $12$ にはマッチングネットワーク $17$ を介して電源 $18$ が接続されており、RFアンテナ $13$ にはマッチングネットワーク $19$ を介して電源 $20$ が接続されている。

【0029】また、拡散チャンバー $11$ 内には、試料となるウエハ $W$ を保持固定するための前記ウエハステージ $1$ が設けられ、さらに拡散チャンバー $11$ 内のガスを排気するための排気口 $21$ が真空ポンプ等の負圧手段（図示略）に接続されて形成されている。ウエハステージ $1$ には、ウエハ $W$ への入射イオンエネルギーを制御するためのバイアス電源 $22$ が接続され、さらに温調ジャケット $2$ には誘電体膜 $4$ に静電吸着力を発揮させるためのDC電源 $23$ が接続されている。

【0030】また、このウエハステージ $1$ には、その温調ジャケット $2$ の温媒配管 $6$ に配管 $24a$ 、 $24b$ を介して温媒供給装置 $25$ が接続され、さらにウエハ $W$ の温度を計測するための蛍光ファイバ温度計 $26$ が接続されている。温媒供給装置 $25$ は、シリコンオイル等の熱媒（温媒）を、配管 $24a$ を介してウエハステージ $1$ の温媒配管 $6$ 内に供給し、かつ配管 $24b$ を介して温媒配管 $6$ から返送された熱媒を受け入れさらにこれを所定温度に加熱するもので、このように熱媒（温媒）を温媒配管 $6$ 内に循環させることによってウエハステージ $1$ 上に保持固定されたウエハ $W$ を加熱するものである。

【0031】温媒供給装置 $25$ に接続された配管 $24a$ には高温での動作が可能な制御バルブ $27$ が配設され、また配管 $24a$ と配管 $24b$ との間のバイパス配管 $28$ にも制御バルブ $27$ が配設されている。そして、このような構成のもとに、制御バルブ $27$ 、 $27$ を制御することによって温媒配管への熱媒の供給量を調整できるのである。また、この熱媒の供給量は、蛍光ファイバ温度計 $26$ で検知された温度を制御装置（PIDコントローラ） $29$ で検出し、ここで予め設定されたウエハ $W$ の温度との差から、予め実験や計算によって決定された熱媒供給量となるように制御装置 $29$ によって決定される。

【0032】ただし、図 $1$ に示したウエハステージ $1$ においては、ウエハ $W$ の設定温度にもよるものの、通常はヒータ $5$ による加熱が主となり、熱媒（温媒）供給による加熱はウエハ $W$ の温度安定のための補助的な加熱となる。すなわち、プラズマエッチングを行った場合など、

プラズマからの入熱をウエハW、さらにはウエハステージ1が受けることから、ヒータ5による加熱だけではウエハWを設定温度に維持しておくのが困難であるが、ヒータ5の加熱に加えて行う熱媒供給による加熱として、実際にはウエハWを設定温度に保つべくプラズマからの入熱を相殺するように設定温度より低い温度の熱媒を供給することで行い、これによりウエハWを設定温度に安定させるのである。なお、図2においては、エッチングガス導入孔、ゲートバルブ等の装置細部についてはその図示を省略している。

【0033】次に、このようなエッチング装置10を用いたドライエッチング処理方法の一例を、図4(a)、(b)を参照して説明する。この処理方法は、図4(a)に示すように、シリコンウエハ40上に形成されたSiO<sub>2</sub>層41の上に、Cuからなる配線パターンをプラズマエッチング処理によって形成する方法である。すなわち、この例では、まず、シリコンウエハ40上の\*

エッチングガス ; Cl<sub>2</sub> 3 s c c m  
 圧 ; 5 m T o r r  
 ソースパワー1 (RFアンテナ4) ; 1 5 0 0 W (13. 5 6 H z)  
 ソースパワー2 (RFアンテナ3、3) ; 1 5 0 0 W (13. 5 6 H z)  
 RFバイアス ; 3 5 0 W  
 ウエハ温度 ; 2 5 0 °C

【0035】このようにしてエッチングを行ったところ、エッチング中においてもプラズマからの入熱に起因するシリコンウエハ40の温度上昇がほとんど認められず、処理中、シリコンウエハ40を設定した温度(250°C)に安定して保てることができた。そして、このように温度を高精度で安定させることができたことから、エッチングガスとしてCl<sub>2</sub>を単独で用いたにもかかわらず、良好な異方性形状の配線パターンを得ることができ、これによりCu膜の加工を良好に行うことができた。

【0036】なお、比較のため、静電チャック機能を發揮させず、単に温調ジャケット2による加熱のみを行って前記条件と同一の条件でシリコンウエハ40の温度変化を調べたところ、シリコンウエハ40の温度は、処理開始時においては十分な加熱がなされず、設定温度よりかなり低い190°Cであった。そして、処理の進行に伴って温度も上昇し、処理開始後約60秒で設定温度である250°Cに達した。しかし、さらに処理を続けたところ、プラズマからの入熱に起因して温度上昇がさらに進み、処理開始後120秒後では約265°Cにまで上昇してしまった。したがって、本発明のウエハステージ1では、その静電吸着力を發揮させることにより、従来では不可能であった高い精度での温度制御が行えることが確認された。

【0037】次に、図3に示したエッチング装置10を ※

エッチングガス ; C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/CO/Ar 8/120/150 s c c m  
 圧 ; 5 m T o r r

\* SiO<sub>2</sub>層41の上に、密着層としてTiN膜42をスパッタ法によって形成し、続いてその上にスパッタ法等によってCu膜43を形成し、さらにその上にTiN膜44を形成した。そして、このTiN膜44の上にSiO<sub>2</sub>膜(図示略)を形成し、さらに公知のリソグラフィ技術、エッチング技術によって該SiO<sub>2</sub>膜をパターンニングし、図4(a)に示すようにSiO<sub>2</sub>膜からなるマスクパターン45を形成した。

【0034】次いで、マスクパターンを形成したシリコンウエハ40をエッチング装置10内のウエハステージ1上に載置し、温調ジャケット2に静電吸着力を發揮させて該シリコンウエハ40を保持固定するとともに、ヒータ5および熱媒(温媒)供給による加熱を行ってシリコンウエハ40を以下の設定温度に調整した。そして、このマスクパターン45をマスクにして以下の条件でTiN膜44、Cu膜43、TiN膜42をエッチングし、図4(b)に示すように配線パターン46を得た。

※用いたドライエッチング処理方法の他の例を、図5

(a)、(b)を参照して説明する。この処理方法は、図5(a)に示すように、シリコンウエハ50上に形成されたSiO<sub>2</sub>層51に、ポリシリコンからなるサイドウォール52をマスクとしてコンタクトホールを形成する方法である。すなわち、この例では、まず、シリコンウエハ50上に厚さ1.0 μmのSiO<sub>2</sub>層51を形成し、続いてこれの上にポリシリコン層53を形成し、さらにこのポリシリコン層53にコンタクトホール54を形成した。次に、このコンタクトホール54の内壁面にも堆積するようにして再度ポリシリコン層(図示略)を形成し、さらにこれをエッチバックしてコンタクトホール54内にサイドウォール52を形成した。なお、このようにして形成したサイドウォール52に囲まれる孔の径については、0.1 μmとした。

【0038】次いで、サイドウォール52を形成したシリコンウエハ50をエッチング装置10内のウエハステージ1上に載置し、先の例と同様に温調ジャケット2に静電吸着力を發揮させて該シリコンウエハ50を保持固定するとともに、ヒータ5および熱媒(温媒)供給による加熱を行ってシリコンウエハ50を以下の設定温度に調整した。そして、サイドウォール52をマスクにして以下の条件でSiO<sub>2</sub>層51をエッチングし、図5

(b)に示すようにコンタクトホール54に連通するコンタクトホール55を形成した。

11

ソースパワー1 (RFアンテナ4) ; 1500W (13.56Hz)  
 ソースパワー2 (RFアンテナ3、3) ; 1500W (13.56Hz)  
 RFバイアス ; 350W  
 ウエハ温度 ; 150℃

12

【0039】従来では、このようなコンタクトホール55の形成を行った場合、サイドウォール52に囲まれる孔の径が0.1μmと小さいため、通常の温度では反応生成物であるフルオロカーボンポリマーで孔が埋まってしまい、SiO<sub>2</sub>層51のエッチングが進行せず、したがってコンタクトホール55を良好に形成することができなかった。また、十分な温度制御を行うことなく高温加熱すると、前記フルオロカーボンポリマーが全く堆積されずに形状がボウイング化してしまい、下地に対する選択比を確保することができなかった。

【0040】しかして、ウエハステージ1を用いた前記の方法によれば、シリコンウエハ50を設定温度どおりに高精度で安定させることができ、これにより高精度のエッチングを行うことができるので、フルオロカーボンポリマーの堆積を制御できる温度範囲にシリコンウエハ50の温度を設定してエッチングを行うことにより、図5(b)に示したように、超微細高アスペクト比のコンタクトホール55を形成することができた。

#### 【0041】

【発明の効果】以上説明したように本発明のウエハステージは、線膨張係数が大きい金属と、線膨張係数が小さい絶縁材料との間の線膨張係数を有する熱緩衝層を備え、この熱緩衝層の上に誘電体膜を形成したことにより、ウエハを加熱するに際して誘電体膜が温調ジャケットによる加熱を受けた際、誘電体膜が直接熱伝導されることなく熱緩衝層を介して熱伝導されるようにしたものであるから、誘電体膜と温調ジャケットとの間の線膨張係数の差に起因して誘電体膜に割れや剥離等が発生することを抑えることができ、これにより支障なくウエハを高温加熱することができるとともに、例えばプラズマからの入熱によって大きな温度上昇を引き起こすことなくウエハを高温域にても高精度に温度制御することができる。したがって、このウエハステージを用いることにより、例えばCu等の材料に対して良好な異方性加工を行うことができ、また、超微細高アスペクト比のコンタクトホールの形成などをも可能にすることができる。また、誘電体膜が温調ジャケット上に溶射法で成膜されていることから、これら温調ジャケットと誘電体膜とがより一体化し、これによりこれらの間の応力緩和を図ることができるとともに、温調ジャケットから誘電体膜への熱伝導を速やかにすることができ、したがって誘電体膜の破損をより抑えることができるとともに、ウエハの温度制御をより迅速に行うことができる。

【0042】本発明のウエハステージの製造方法は、鋳型の底部に設けた多孔質Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に溶融アルミニウム \*

\*あるいは溶融アルミニウム合金を流し込み、高圧鋳造法によって温調ジャケットを形成することにより、多孔質Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>部分をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とアルミニウムあるいはアルミニウム合金との中間的な性質を有する複合材とする方法であるから、多孔質アルミナ側の面に溶射法によって絶縁材料を成膜して誘電体膜を形成することにより、絶縁材料からなる誘電体膜をその線膨張係数に近い前記多孔質アルミナ部分を介して温調ジャケットの本体部分となるアルミニウムあるいはアルミニウム合金に間接的に接続することができる。したがって、得られるウエハステージにあつては、その誘電体膜と温調ジャケットとの間の線膨張係数の差に起因して、誘電体膜に割れや剥離等が発生することが抑えることができる。

【0043】このドライエッチング装置によれば、前記ウエハステージを具備していることから、高温エッチング処理を行っても、ウエハステージに誘電体膜の割れ等の不都合が生ずることなく、しかも該ウエハステージ上に静電吸着したウエハを加熱して所望温度、例えば200~250℃といった高温に安定させることができ、これにより、前述したようにCu等の材料に対して良好な異方性加工を行うことができ、また、超微細高アスペクト比のコンタクトホールの形成などをも可能にすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のウエハステージの概略構成を示す側断面図である。

【図2】図1に示したウエハステージの製造方法を説明するための側断面図である。

【図3】本発明のドライエッチング装置の概略構成図である。

【図4】(a)、(b)は図3に示したエッチング装置によるドライエッチング処理方法の一例を、処理順に説明するための要部側断面図である。

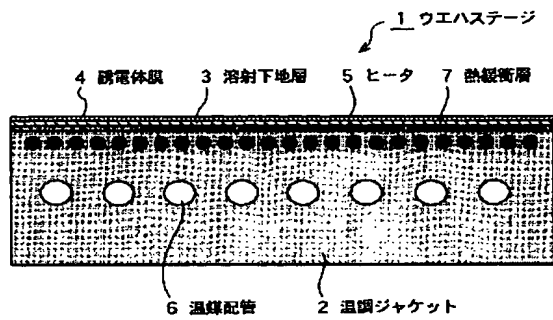
【図5】(a)、(b)は図3に示したエッチング装置によるドライエッチング処理方法の他の例を、処理順に説明するための要部側断面図である。

#### 【符号の説明】

1 ウエハステージ 2 温調ジャケット 3 溶射下地層  
 4 誘電体膜 5 ヒータ 6 温媒配管 7 熱緩衝層  
 10 ドライマエッチング装置 25 温媒供給装置  
 30 鋳型  
 31 多孔質アルミナ 33 溶融アルミニウム  
 W ウエハ

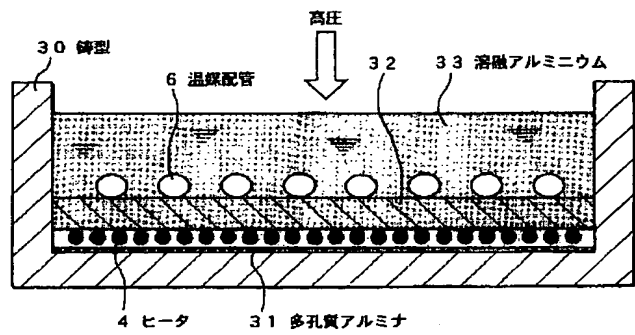


【図1】



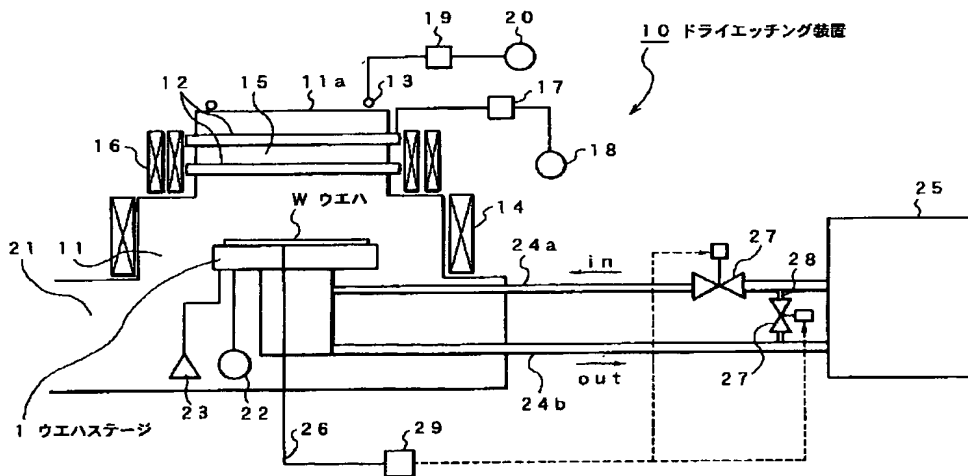
ウエハステージの概略構成図

【図2】



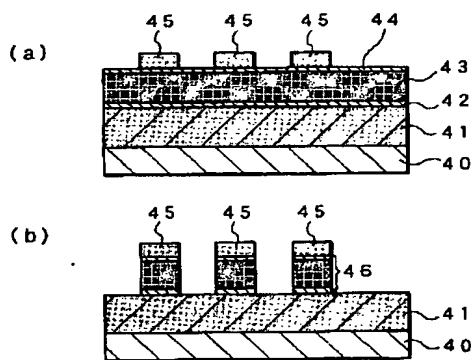
ウエハステージの製造方法説明図

【図3】



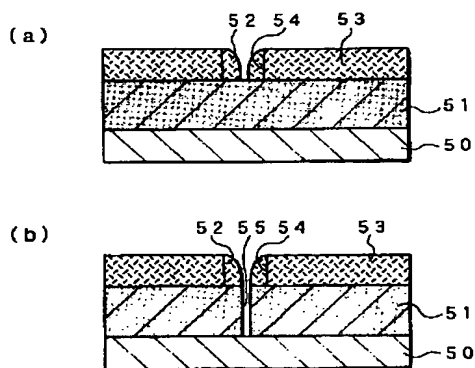
ドライエッチング装置の概略構成図

【図4】



ドライエッチング処理方法の説明図

【図5】



ドライエッチング処理方法の説明図

フロントページの続き

(72)発明者 高津 恵  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
ー株式会社内